



archiwum medycyny sądowej i kryminologii

Praca oryginalna
Original paper

Karol Kula, Sebastian Rojek, Martyna Maciów-Głąb, Paweł Kopacz, Małgorzata Kłys

Amfetamina w opiniowaniu sądowo-lekarskim przypadków śmiertelnych Medico-legal aspect of amphetamine-related deaths

Katedra i Zakład Medycyny Sądowej, Uniwersytet Jagielloński Collegium Medicum w Krakowie, Polska
Chair and Department of Forensic Medicine, Jagiellonian University Medical College, Krakow, Poland

Streszczenie

Przedmiotem badań niniejszej pracy było 41 przypadków śmiertelnych, w których zgon miał bezpośredni lub pośredni związek przyczynowo-skutkowy z zażyciem amfetaminy. Identyfikację oraz oznaczenie ksenobiotyków we krwi zmarłych przeprowadzono z zastosowaniem metody wysokosprawnej chromatografii cieczowej sprzężonej z tandemową spektrometrią mas z wykorzystaniem jonizacji przez rozpylanie w polu elektrycznym (HPLC-ESI-MS-MS). Tylko w dwóch przypadkach za przyczynę zgonu przyjęto zatrucie amfetaminą. W większości analizowanych przypadków zgon nastąpił w wyniku skojarzonego działania amfetaminy i innych substancji psychoaktywnych (m.in. opiatów, benzodiazepin, kokainy). W pozostałych przypadkach zgonów gwałtownych odnotowano m.in. obrażenia wielonarządowe (upadek z wysokości, wypadek komunikacyjny), ranę kłutą i ciętą, utonięcie czy uduszenie przez powieszenie. Powyższe można tłumaczyć jako działania ryzykowne, zbrodnicze bądź samobójcze osób będących pod działaniem amfetaminy. W pracy poruszono problematykę interpretacji otrzymanych wyników badania krwi na obecność amfetaminy w aspekcie bezpośredniej lub pośredniej przyczyny zgonu.

Słowa kluczowe: amfetamina, przyczyna zgonu, kazuistyka, opiniowanie sądowo-lekarskie.

Abstract

The subject of the work included 41 cases of death in which amphetamine was involved as the direct or indirect cause. Identification and determination of xenobiotics in blood samples collected from post-mortem cases were performed by high-performance liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometry with electrospray ionisation (HPLC-ESI-MS-MS). Only for two cases was the cause of death amphetamine poisoning. In most of the investigated cases the death was caused by poisoning due to complex amphetamine and other psychoactive substances (e.g. opiates, benzodiazepines, cocaine). In other cases, multi-organ damage (fall from a height, traffic accident), a puncture wound and wound incised, drowning, or asphyxiation by hanging were reported. It can be explained as risky, murderous, or suicidal actions of people who were under the influence of amphetamines. The presented paper focuses on the interpretation of amphetamine concentration in blood samples from the perspective of direct or indirect cause of death.

Key words: amphetamine, HPLC-ESI-MS-MS, cause of death, casuistry, medico-legal opinions.

Wstęp

Amfetamina została po raz pierwszy zsyntetyzowana w 1887 r., a od 1935 r. próbowano stosować ją m.in. w leczeniu otyłości, narkolepsji oraz niedociśnienia tętniczego [1, 2]. Miała być panaceum na wszelkie schorzenia, poczynawszy od przeziębienia, depresji oraz epilepsji. Pod koniec lat trzydziestych XX wieku zwrócono jednak uwagę na niebezpieczeństwa wynikające ze stosowania amfetaminy. Okazało się, że jej zażywanie może być przyczyną poważnych, negatywnych skutków zdrowotnych. Zaliczyć do nich można wycieńczenie organizmu, zaburzenia rytmu serca, lęki, manie prześladowcze oraz psychozy [1–3]. W konsekwencji obrót amfetaminą został poddany licznym restrykcjom prawnym. W Polsce, zgodnie z ustawą z 15 lipca 2005 r. o przeciwdziałaniu narkomanii (Dz. U. Nr 179 poz. 1485 z późn. zm.), amfetamina widnieje na liście substancji psychotropowych grupy II P. Pomimo usilnych starań oraz przyjęcia przez Unię Europejską „Strategii antynarkotykowej”, amfetamina nieustannie znajduje się wśród najbardziej rozpowszechnionych, nielegalnych substancji pochodzenia syntetycznego. Zgodnie ze sprawozdaniem Europejskiego Centrum Monitorowania Narkotyków i Narkomanii (EMCDDA) amfetamina i jej pochodne zaliczane są do najczęściej stosowanych substancji psychoaktywnych w Europie [4]. Przyjmowanie ich stanowi również ważny problem społeczny, dotyczący głównie ludzi młodych, których znaczny odsetek wymaga leczenia.

Opiniowanie sądowo-lekarskie w sprawach powiązanych z amfetaminą jest ciągle aktualnym tematem w ostatnich dziesięcioleciach. Jednym z ważnych zagadnień jest związek amfetaminy z przyczyną zgonu. Literatura przedmiotu donosi, że zatrucia amfetaminą zakończone zgonem zdarzają się stosunkowo rzadko [5, 6]. W większości przypadków dochodzi do synergistycznego oddziaływania z innymi substancjami, a za przyczynę zgonu uznaje się zatrucia skojarzone [7]. Ponadto amfetamina może wywoływać skrajne i ryzykowne zachowania, stanowiąc pośrednią przyczynę zgonów w wyniku nieszczęśliwego wypadku [8]. Zaliczyć do nich można chociażby upadki z wysokości, wypadki samochodowe oraz potrącenia pieszych przez samochód.

Celem pracy jest weryfikacja opracowanych procedur chemiczno-toksykologicznych analizy amfetaminy i jej pochodnych we krwi w toksykologicznej

Introduction

Amphetamine was first synthesized in 1887, and from 1935 onwards attempts were made to use the substance for the treatment of obesity, narcolepsy, arterial hypotension, and other conditions [1, 2]. It was supposed to be a panacea for all ailments – ranging from the common cold to depression and epilepsy. Towards the end of the 1930s, however, attention was turned to risks involved in amphetamine use. Taking amphetamine was revealed to be linked to serious negative health effects including emaciation, cardiac arrhythmia, anxiety, persecution complex and psychosis [1–3]. As a result, amphetamine trade was subjected to a number of legal restrictions. In Poland, pursuant to the Act of 15 July 2005 on Prevention of Drug Abuse (Journal of Laws no. 179, item 1485, as amended), amphetamine is included in the list of class II P psychotropic substances. Despite strenuous efforts and the Drugs Strategy adopted by the European Union amphetamine continues to be one of the most widespread illegal synthetic substances. According to the European Drug Report prepared by the European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (EMCDDA), amphetamine and its derivatives rank among the most commonly used psychoactive substances in Europe [4]. Their use is also an important social problem affecting mainly young people, a significant proportion of whom require therapy.

Medico-legal assessment in cases involving amphetamine use has been a topical issue over recent decades. One of the most challenging problems in this field is the relationship between amphetamine and the cause of death. According to available literature on the subject, cases of fatal amphetamine poisoning are relatively uncommon [5, 6]. In the majority of cases, amphetamine interacts synergistically with other substances, and death is attributed to combined poisoning [7]. In addition, amphetamine can cause extreme and risky behaviours which may indirectly contribute to accidental deaths [8]. These comprise, for example, falls from a height, car accidents and cases of pedestrians being hit by cars.

The present study seeks to verify available chemical and toxicological procedures used for testing amphetamine and its derivatives in blood in forensic toxicology practice and, more specifically, the as-

praktyce medyczno-sądowej, obejmującej opiniowanie w przypadku osób zmarłych, w aspekcie bezpośredniej lub pośredniej przyczyny zgonu.

Uzupełnieniem celu głównego jest próba określenia związku przyczynowego pomiędzy profilem uzależnienia amfetaminowego a zaobserwowanymi skutkami w obszarze problemów medyczno-prawnych.

Materiał i metody

Materiał biologiczny

Materiał biologiczny stanowiły:

- próbki krwi zabezpieczone od 41 osób podczas sekcji zwłok przeprowadzonych w Katedrze Medycyny Sądowej w Krakowie,
- krew kontrolna otrzymana z Regionalnego Centrum Krwiodawstwa i Krwiolecznictwa w Krakowie w celu opracowania i optymalizacji procedury analitycznej oznaczania wybranych substancji psychoaktywnych.

Materiał aktowy

W badaniach wykorzystano informacje zawarte w materiałach procesowych oraz protokołach sekcji zwłok analizowanych przypadków.

Wzorce, odczynniki chemiczne i materiały pomocnicze

- Wzorce amfetaminy (AMF), metamfetaminy (methAMF), 3,4-metylenodioksymetamfetaminy (MDMA), 3,4-metylenodioksyamfetaminy (MDA), 3,4-metylenodioksyetylamfetaminy (MDEA), N-metyl-1-(3,4-metylenodioksyfenyl)-2-aminobutanu (MBDB), 4-metoksyamfetaminy (PMA), 4-metoksymetamfetaminy (PMMA), pseudoefedryny oraz deuterowane pochodne AMF-D3, methAMF-D5, MDMA-D5, MDA-D5, MDEA-D5 i pseudoefedryny-D3 zakupiono w LGC Promochem (Warszawa).
- Zastosowano następujące odczynniki chemiczne: acetonitryl i woda dejonizowana (Sigma-Aldrich, Niemcy), metanol (Merck, Niemcy) czystości gradientowej do chromatografii cieczowej, węglan amonu, mrówczan amonu i kwas mrówkowy czystości do chromatografii cieczowej zakupiono w Sigma-Aldrich (Niemcy).

assessment of fatal cases in the aspect of determining the direct or indirect cause of death.

A supplementary goal is an attempt to identify a causal relationship between the profile of amphetamine addiction and consequences observed in the forensic medical practice.

Material and methods

Biological material

The biological material consisted of:

- blood samples collected from 41 persons during post-mortem examinations conducted at the Department of Forensic Medicine in Cracow,
- control blood samples obtained from the Regional Centre for Blood Donation and Blood Treatment in Cracow to prepare and optimize the analytical procedure for determining selected psychoactive substances.

File material

The study made use of information included in case files and post-mortem reports for the cases under study.

Standards, chemical reagents and auxiliary materials

- Standards for amphetamine (AMF), methamphetamine (methAMF), 3,4-methylenedioxymethamphetamine (MDMA), 3,4-methylenedioxyamphetamine (MDA), 3,4-methylenedioxyethylamphetamine (MDEA), N-methyl-1-(3,4-methylenedioxyphenyl)-2-aminobutane (MBDB), 4-methoxyamphetamine (PMA), 4-methoxymethamphetamine (PMMA), pseudoephedrine and deuterated derivatives of AMF-D3, methAMF-D5, MDMA-D5, MDA-D5, MDEA-D5 and pseudoephedrine-D3 were purchased from LGC Promochem (Warsaw).
- The following chemical reagents were used: Acetonitrile and deionized water (Sigma-Aldrich, Germany), methanol (Merck, Germany), gradient-grade purity for liquid chromatography. Ammonium carbonate, ammonium formate and formic acid (liquid chromatography grade) were purchased from Sigma-Aldrich (Germany).

- Materiały pomocnicze stanowiły: kolumnienki do ekstrakcji do fazy stałej (SPE) Bond Elut-C18 o masie złoża 500 mg i objętości 6 ml (Agilent, USA), komora próżniowa do ekstrakcji do fazy stałej (Varian, USA), koncentrator próżniowy do odparowywania próbek (Eppendorf, Niemcy).
- Auxiliary materials included: Bond Elut-C18 cartridges for solid phase extraction (SPE), bed weight: 500 mg, volume: 6 ml (Agilent, USA); vacuum chamber for solid phase extraction (Varian, USA); vacuum concentrator for sample evaporation (Eppendorf, Germany).

Ekstrakcja i metoda analityczna

Jeden mililitr krwi wzbogacano dodatkiem wzorców wewnętrznych w postaci deuterowanych pochodnych AMF-D3, methAMF-D5, MDMA-D5, MDA-D5, MDEA-D5, pseudoefedryny-D3 w stężeniu 0,10 mg/l i poddawano ekstrakcji do fazy stałej (SPE), a następnie przeprowadzano analizę z zastosowaniem metody wysokosprawnej chromatografii cieczowej sprzężonej z tandemową spektrometrią mas z wykorzystaniem jonizacji przez rozpylanie w polu elektrycznym (HPLC-ESI-MS-MS) zgodnie z procedurą zaprezentowaną w pracy Kuli i wsp. [9].

Δ^9 -tetrahydrokannabinol (Δ^9 -THC) i jego metabolity: kwas 11-nor-9-karboksy-tetrahydrokannabinolowy (THC-COOH) oraz 11-hydroksy-tetrahydrokannabinol (11-OH-THC), ekstrahowano i oznaczano zgodnie z procedurą metody analitycznej zaprezentowanej w pracy Rojek i Kłys [10], opiaty według procedury przedstawionej przez Kłys i Rojka [11], a kokainę zgodnie z procedurą opisaną w pracy Kłys i wsp. [12].

W każdym z analizowanych przypadków przeprowadzono analizę zawartości alkoholu etylowego we krwi oraz moczu lub płynie z gałki ocznej metodą chromatografii gazowej sprzężonej z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (GC-FID).

Pozostałe anality oznaczono we krwi metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją spektrofotometryczną (HPLC-DAD) zgodnie z procedurą opracowaną przez firmę Merck (Merck Tox Screening Method, MTSS).

Wyniki

Opracowaną metodykę oznaczania amfetaminy i jej pochodnych we krwi [9] zastosowano w grupie badawczej obejmującej 41 przypadków osób zmarłych, których zgon mógł mieć związek przyczynowo-skutkowy z obecnością amfetaminy we krwi. Szczegółowe informacje dotyczące analizowanych przypadków oraz wyników badań toksykologicznych zamieszczono w tabeli I.

Extraction and analytical method

A 1 ml portion of blood was spiked with internal standards in the form of deuterated derivatives of AMF-D3, methAMF-D5, MDMA-D5, MDA-D5, MDEA-D5, pseudoephedrine-D3 at a concentration of 0.10 mg/l, and subjected to solid phase extraction (SPE) followed by an analysis based on high-performance liquid chromatography coupled to electrospray ionization tandem mass spectrometry (HPLC-ESI-MS-MS), in conformity with the procedure set out in [9].

Δ^9 -tetrahydrocannabinol (Δ^9 -THC) and its metabolites, including 11-nor-9-carboxy-tetrahydrocannabinolic acid (THC-COOH) and 11-hydroxy-tetrahydrocannabinol (11-OH-THC), were extracted and tested according to the analytical method procedure presented in [10], opiates according to the procedure set out in [11], and cocaine according to the procedure described in [12].

In each of the analyzed cases, gas chromatography coupled to flame ionization detection (GC-FID) was employed to determine the level of ethyl alcohol in the blood and urine or in the vitreous humour.

Other analytes were tested in the blood by high-performance liquid chromatography coupled to a diode array detection (HPLC-DAD), as detailed in the procedure developed by Merck (Merck Tox Screening Method, MTSS).

Results

The developed methodology of determining amphetamine and its derivatives in the blood [9] was applied in the study group consisting of 41 cases of fatalities which could have been causally linked to the presence of amphetamine in the blood. Detailed information about the cases included in the analysis, and results of toxicology tests, are listed in Table I.

The study group was dominated by men (35 cases). Women accounted for six cases. The mean age

Tabela 1. Wyniki badań toksykologicznych analizowanych przypadków
Table 1. The results of toxicological findings for investigated subjects

Lp. No.	Wiek Age Płeć Sex	Informacje o przypadku Information about case	Okoliczności zgonu Circumstances of death	Przyczyna zgonu Cause of death	Obraz sekcyjny Autopsy report	Stężenie alkoholu etylowego Concentration of ethanol [‰]	Ksenobiotyk Xenobiotic	Stężenie we krwi Concentration in blood [mg/l]
1	26 M	Chodził po krawędzi dachu czteropiętrowego budynku, z którego spadł. Zgon na miejscu zdarzenia. Pozostał list pożegnalny. The man walked along the edge of the roof of a four-storey building and fell down. He died on the scene. He left a suicide note.	S	obrażenia wielonarządowe multi-organ injury	liczne złamania kości, podbiegnięcia krwawe prawej ręki, pęknięcie mięszu prawego płuca, pęknięcie aorty multiple bone fractures; ecchymosis affecting the right hand; rupture of the right lung parenchyma; rupture of the aorta	k. – 0,0	amfetamina amphetamine THC-COOH sulpirid sulpiride karbamazepina carbamazepine	1,24 0,073 43,70 67,80
2	28 M	Kierowca motocykla, uczestnik wypadku drogowego z udziałem samochodu ciężarowego i autobusu. Zgon na miejscu zdarzenia. The man, a motorcycle driver, was involved in a traffic accident with a truck and a bus. He died on the scene.	P	obrażenia wielonarządowe multi-organ injury	liczne złamania kości, podbiegnięcia krwawe na tułowiu, kończynach górnych i dolnych, stłuczenie mózgu, serca, płuc i nerek, krwotok do jamy otrzewnej multiple bone fractures; ecchymosis affecting the trunk, upper and lower extremities; contusion of the brain, heart, lungs and kidneys; haemorrhage into the peritoneal cavity	k. – 0,0 m. – 0,0	amfetamina amphetamine	1,18
3	33 M	Wypadł przez okno jadącego pociągu. Zgon na miejscu zdarzenia. Podczas sekcji zwłok ujawniono znajdujący się w żołądku zmarłego woreczek foliowy, zawierający amfetaminę. The man fell from a window of a moving train and died on the scene. A post-mortem revealed the presence of a plastic bag containing amphetamine in the dead man's stomach.	P	obrażenia wielonarządowe multi-organ injury	liczne złamania kości, liczne podbiegnięcia krwawe, rozzerwanie worka osierdźowego oraz prawego i lewego przedsionka serca, krwotok do jamy otrzewnej multiple bone fractures; multiple ecchymoses; rupture of the pericardial sac and the right and left atria of the heart; haemorrhage into the peritoneal cavity	k. – 0,0 g. – 0,0	amfetamina amphetamine	0,71

Tabela I. Cd.
Table I. Cont.

Lp. No.	Wiek Age Płeć Sex	Informacje o przypadku Information about case	Okoliczności zgonu Circumstances of death	Przyczyna zgonu Cause of death	Obraz sekcyjny Autopsy report	Stężenie alkoholu etylowego Concentration of ethanol [%]	Ksenobiotyk Xenobiotic	Stężenie we krwi Concentration in blood [mg/l]
4	29 M	Upadek z IV piętra bloku. Zwłoki znaleziono pod blokiem, w którym mężczyzna mieszkał. The man fell to his death from the 4 th storey of an apartment building. The body was found next to the building in which the man lived.	P	obrażenia wielonarządowe multi-organ injury	liczne złamania kości, krwotok śródczaszkowy, rozrwanie mózgu, obrzęk płuc, krwotok do jamy otrzewnej multiple bone fractures; intracranial haemorrhage; cerebral rupture; pulmonary oedema; haemorrhage into the peritoneal cavity	k. – 0,0 g. – 0,0	amfetamina amphetamine	1,43
5	29 M	Znaleziony martwy w rzece. The man was found dead in a river.	N	uduszenie gwałtowne przez utonięcie violent asphyxia caused by drowning	obrzęk mózgu, przekrwienie narządów wewnętrznych, rozdęcie płuc cerebral oedema; congestion of internal organs; lung hyperinflation	k. – 2,2 m. – 3,0	amfetamina amphetamine	2,04
6	19 M	Przyjęty do szpitala z podejrzeniem zatrucia amfetaminą. Zgon nastąpił w dniu przyjęcia do szpitala. The man was admitted to hospital with suspected amphetamine intoxication. He died on the day of admission.	N	zatrucie amfetaminą amphetamine intoxication	obrzęk płuc, przekrwienie narządów wewnętrznych pulmonary oedema; congestion of internal organs	k. – 0,9 m. – 0,8	amfetamina amphetamine	3,59

Tabela 1. Cd.
Table 1. Cont.

Lp. No.	Wiek Age Płeć Sex	Informacje o przypadku Information about case	Okoliczności zgonu Circumstances of death	Przyczyna zgonu Cause of death	Obraz sekcyjny Autopsy report	Stężenie alkoholu etylowego Concentration of ethanol [‰]	Ksenobiotyk Xenobiotic	Stężenie we krwi Concentration in blood [mg/l]
7	29 M	Podjeżany o spożywanie środków odurzających lub substancji psychotropowych. Prawdopodobnie został pozbawiony życia przez swojego ojca. The man was suspected of ingesting intoxicating agents or psychotropic substances. He was probably killed by his father.	Z	rana klatki piersiowej ze zranieniem płuca i krwotokiem wewnętrznym oraz następczym wykrwawieniem a puncture wound to the left chest with lung injury and internal haemorrhage leading to exsanguination	rana klatki piersiowej po stronie lewej z nacięciem chrząstki żebrowej i głębokim zranieniem lewego płuca, krew w lewej jamie opłucnej, przekrwienie mózgu a puncture wound to the left side of the chest with an incision to the costal cartilage and a deep wound in the left lung; blood in the left pleural cavity; cerebral congestion	k. – 0,8 g. – 0,9	amfetamina amphetamine midazolam	0,03 0,03
8	21 M	Przyjęty na SOR z urazem wielonarządowym doznany w wyniku potrącenia przez samochód. Zgon w szpitalu. The man was admitted to the emergency department after suffering a multi-organ injury as a result of being hit by a car. He died in hospital.	P	obrażenia wielonarządowe multi-organ injury	złamanie kręgosłupa szyjnego i piersiowego, obrzęk płuc, liczne wylewy krwawe w mózgu fracture to the cervical and thoracic spine; pulmonary oedema; multiple haemorrhages in the brain	k. – 0,0 m. – 0,0	amfetamina amphetamine	0,26
9	27 M	Miał spożywać alkohol i zażywać narkotyki. Zgon nagły w łóżku. The man was reported to have ingested alcohol and drugs. He died suddenly in bed.	N	zatrucie alkoholem etylowym ethyl alcohol intoxication	nie wykazano zmian urazowych, ani chorobowych, stwierdzono przekrwienie narządów wewnętrznych no traumatic or pathological lesions were found, congestion of internal organs was revealed	k. – 2,9 m. – 3,9	amfetamina amphetamine	0,14

Tabela I. Cd.
Table I. Cont.

Lp. No.	Wiek Age Płeć Sex	Informacje o przypadku Information about case	Okoliczności zgonu Circumstances of death	Przyczyna zgonu Cause of death	Obraz sekcyjny Autopsy report	Stężenie alkoholu etylowego Concentration of ethanol [%]	Ksenobiotyk Xenobiotic	Stężenie we krwi Concentration in blood [mg/l]
10	21 M	Ugodzony nożem w niewyjaśnionych okolicznościach. Zgon w szpitalu. The man was stabbed with a knife in unexplained circumstances. He died in hospital.	Z	rana kłuta tułowia z uszkodzeniem narządów wewnętrznych z następczym wykrawaniem a puncture wound to the trunk with damage to internal organs leading to exsanguination	rana kłuta tułowia z uszkodzeniem lewego płuca, przepony, lewej nerki i aorty, krew w lewej jamie opłucnej a puncture wound to the trunk with damage to the left lung, diaphragm, left kidney and aorta; blood in the left pleural cavity	k. – 1,3 m. – 1,7	amfetamina amphetamine	0,24
11	39 M	Znaleziony martwy w mieszkaniu. Ślady po wktłaciach na przedramionach. The man was found dead in a flat. He had injection marks on his forearms.	N	zatrucie amfetaminą i kokainą amphetamine and cocaine intoxication	podbiegnięcie krwawe powłok głowy, przekrwienie narządów wewnętrznych, obrzęk płuc, wybroczyny krwawe w mózgu ecchymosis affecting the head surface; congestion of internal organs; pulmonary oedema; blood extravasations in the brain	k. – 0,0 m. – 0,0	amfetamina amphetamine methAMF methamphetamine kokaina cocaine benzoiloeognina benzoylecognine	17,70 0,03 3,30 0,90
12	20 M	Uczestnik bójki ulicznej. Przewieziony do szpitala, gdzie stwierdzono brak zmian urazowych. Zwolniony do domu, gdzie zmarł następnego dnia. The man participated in a street fight. He was taken to a hospital, where no traumatic lesions were found. He was discharged home, where he died the following day.	P	niewydolność ośrodkowego układu nerwowego z następczą niewydolnością krążeniowo-oddechową failure of the central nervous system followed by circulatory and respiratory failure	złamanie kości skroniowej lewej z wgnieceniem odczłupku, krwiak nadwardłowy, masywny obrzęk mózgu, obrzęk i przekrwienie płuc fracture to the left temporal bone with impression of the bone fragment; epidural haematoma; massive cerebral oedema; pulmonary oedema and congestion	k. – 0,0	amfetamina amphetamine	0,24

Tabela 1. Cd.
Table 1. Cont.

Lp. No.	Wiek Age Płeć Sex	Informacje o przypadku Information about case	Okoliczności zgonu Circumstances of death	Przyczyna zgonu Cause of death	Obraz sekcyjny Autopsy report	Stężenie alkoholu etylowego Concentration of ethanol [‰]	Ksenobiotyk Xenobiotic	Stężenie we krwi Concentration in blood [mg/l]
13	23 M	Przyjęty do szpitala w bardzo ciężkim stanie, nieprzytomny. Podejrzany o przedawkowanie narkotyków. Zgon w szpitalu. The main was admitted to hospital in a severe condition, unconscious. Drug overdose was suspected. He died in hospital.	N	zatrucie pochodnymi amfetaminy intoxication with amphetamine derivatives	obrzęk płuc, wybroczyny krwawe podnastęrkowe, przekrwienie narządów wewnętrznych pulmonary oedema; blood extravasations in the subepicardial and subendocardial areas; congestion of internal organs	k. – 0,0	amfetamina amphetamine MDMA MDA THC-COOH	0,01 0,02 18,88 0,010
14	20 M	Upadek ze skały. Zgon w karetce pogotowia. The men fell down from rocks. He died in the ambulance.	P	obrażenia wielonarządowe multi-organ injury	pęknięcie aorty, stłuczenie płuca prawego, pęknięcie wątroby, złamanie żeber po stronie prawej, krew w jamach ciała rupture of the aorta; contusion of the right lung; rupture of the liver; rib fracture on the right side; blood in body cavities	k. – 1,5 m. – 1,5	amfetamina amphetamine MDMA MDA	0,23 0,93 0,02
15	30 M	Prawdopodobnie potrącony przez samochód. Zwłoki znalezione na jezdni. The man was probably run down by a car. The body was found on the road.	P	obrażenia czaszkowo-mózgowe craniocerebral injuries	zmiążdżenie głowy z wy-móżdżeniem, liczne otarcia naskórka crushed head with excerebration; multiple abrasions of the epidermis	k. – 2,7 m. – 3,6	amfetamina amphetamine	0,50
16	19 M	Wypadł z VII piętra bloku. Zgon przed przybyciem pogotowia ratunkowego. The man fell from the seventh storey of an apartment building. He died before the ambulance arrived.	P	obrażenia wielonarządowe multi-organ injury	liczne złamania kości, krwotok śródczaszkowy, stłuczenie płuc, pęknięcie wątroby, krwotok do jamy otrzewnej multiple bone fractures; intracranial haemorrhage; lung contusion; rupture of the liver, haemorrhage into the peritoneal cavity	k. – 2,7 m. – 3,1	amfetamina amphetamine	0,02

Tabela I. Cd.
Table I. Cont.

Lp. No.	Wiek Age Płeć Sex	Informacje o przypadku Information about case	Okoliczności zgonu Circumstances of death	Przyczyna zgonu Cause of death	Obraz sekcyjny Autopsy report	Stężenie alkoholu etylowego Concentration of ethanol [%]	Ksenobiotyk Xenobiotic	Stężenie we krwi Concentration in blood [mg/l]
17	19 M	Zabity w niewyjaśnionych okolicznościach. W kieszeni spodni ujawniono woreczek zawierający amfetaminę. The man was killed in unexplained circumstances. A plastic bag with amphetamine was found in his trousers pocket.	Z	obrażenia czaszkowo-mózgowe oraz rana cięta szyi craniocerebral injuries and incised wound to the neck	rana cięta szyi, liczne rany tłuczone głowy, liczne złamania kości czaszki, rozernianie tkanki mózgowej an incised wound to the neck; multiple contused wounds to the head; multiple fractures of cranial bones; rupture of the brain tissue	k. – 0,0 m. – 0,0	amfetamina amphetamine	0,40
18	29 M	Zwłoki znalezione w krzakach, w parku. W okolicy zwłok ujawniono igły oraz strzykawki. The man's body was found in the bushes, in the park. Needles and syringes were found in the vicinity of the body.	N	zatrucie opiatami i amfetaminą intoxication with opiates and amphetamine	wybroczyny krwawe podnastęrdziowe, obrzęk płuc, przekrwienie narządów wewnętrznych blood extravasations in the subepicardial area; pulmonary oedema; congestion of internal organs	k. – 0,0 m. – 0,0	amfetamina amphetamine morfina morphine kodeina codeine	0,10 0,20 0,10
19	23 M	Przewieziony do szpitala z podejrzeniem zatrucia amfetaminą. The man was taken to hospital with suspected amphetamine intoxication.	N	krwotok śródmózgowy, skutkujący obrzękiem i malacją mózgu intracerebral haemorrhage leading to cerebral oedema and malacia	obrzęk i malacja mózgu z krwakiem śródmózgowym i krwiakiem mózdzku, krwotok do komór mózgu. cerebral oedema and malacia with intracerebral haematomata and cerebellar haemorrhage	k. – 0,0	amfetamina amphetamine	0,36

Tabela I. Cd.
Table I. Cont.

Lp. No.	Wiek Age Płeć Sex	Informacje o przypadku Information about case	Okoliczności zgonu Circumstances of death	Przyczyna zgonu Cause of death	Obraz sekcyjny Autopsy report	Stężenie alkoholu etylowego Concentration of ethanol [‰]	Ksenobiotyk Xenobiotic	Stężenie we krwi Concentration in blood [mg/l]
20	20 M	Znaleziony nieprzytomny na ulicy. Przewieziony do szpitala, gdzie zmarł. The man was found unconscious in the street. He was taken to hospital, where he died.	N	zatrucie amfetaminą i MDA intoxication with amphetamine and MDA	przekrwienie narządów wewnętrznych, podbiegnięcie krwi w powłokach miękkich prawej strony klatki piersiowej, obrzęk płuc congestion of internal organs; ecchymosis affecting the skin and subcutaneous tissues on the right side of the chest; pulmonary oedema	k. – 0,3 g. – 0,0	amfetamina amphetamine MDA	2,40 0,30
21	23 K	Znaleziona martwa, leżąca na trawie, na terenie ogródków działkowych. The woman was found dead, lying on the grass, in the allotment gardens.	N	zatrucie amfetaminą i MDMA intoxication with amphetamine and MDMA	przekrwienie narządów wewnętrznych, obrzęk płuc congestion of internal organs; pulmonary oedema	k. – 0,0 m. – 0,0	amfetamina amphetamine MDMA	3,50 5,60
22	22 K	Próba samobójcza. Podcięcie żył w wannie. Suicide attempt. Vein cutting in the bathtub.	S	rana cięta lewego podudzia z przecięciem tętnicy odpiszczałowej z następczym wykrawaniem an incised wound to the left lower leg with severed tibial artery leading to exsanguination	liczne rany cięte kończyn, przecięcie prawej tętnicy odpiszczałowej, cechy wykrawienia, obrzęk płuc, przekrwienie narządów wewnętrznych multiple incised wounds to the lower extremities; severed right tibial artery; features of exsanguination; pulmonary oedema; congestion of internal organs	k. – 0,0 m. – 0,0	amfetamina amphetamine Δ ⁹ -THC THC-COOH	0,75 0,001 0,022
23	19 K	Znaleziona martwa w mieszkaniu. Podejrzanie przyjęcia narkotyków. The woman was found dead in a flat. Suspicion of drug ingestion.	N	zatrucie amfetaminą i PMA intoxication with amphetamine and PMA	obrzęk płuc, przekrwienie narządów wewnętrznych pulmonary oedema; congestion of internal organs	k. – 0,0 m. – 0,0	amfetamina amphetamine PMA	2,15 27,18

Tabela I. Cd.
Table I. Cont.

Lp. No.	Wiek Age Płeć Sex	Informacje o przypadku Information about case	Okoliczności zgonu Circumstances of death	Przyczyna zgonu Cause of death	Obraz sekcyjny Autopsy report	Stężenie alkoholu etylowego Concentration of ethanol [%]	Ksenobiotyk Xenobiotic	Stężenie we krwi Concentration in blood [mg/l]
24	23 M	Znaleziony martwy w mieszkaniu. Podejrzanie przyjęcia narkotyków. The man was found dead in a flat. Suspicion of drug ingestion.	N	zatrucie PMA intoxication with PMA	obrzęk płuc, przekrwienie narządów wewnętrznych, wybroczyny krwawe podnadsierdziowe pulmonary oedema; congestion of internal organs; blood extravasations in the subepicardial area	k. – 0,0 m. – 0,0	amfetamina amphetamine PMA Δ ⁹ -THC THC-COOH	0,02 10,27 0,001 0,035
25	29 K	Zgon w szpitalu po zażyciu preparatu Mitsubishi. Uzależniona od leków, alkoholu, substancji psychoaktywnych. Leczona psychiatrycznie. The woman died in hospital after ingesting a Mitsubishi product. Addicted to medications, alcohol and psychoactive substances. Received psychiatric treatment.	P	zaburzenia metaboliczne u osoby po użyciu pochodnych amfetaminy metabolic disorders after ingesting amphetamine derivatives	przekrwienie narządów wewnętrznych, wybroczyny krwawe w sercu, płucach, mózgu, obrzęk mózgu i płuc congestion of internal organs; blood extravasations in the heart, lungs and brain; cerebral and pulmonary oedema	k. – 0,0 g. – 0,0	amfetamina amphetamine pseudoefedryna pseudoephedrine MDMA	0,01 0,38 0,02
26	23 M	Zgon nagły w szpitalu po zażyciu substancji psychoaktywnych w restauracji. The woman was found dead in a flat. Suspicion of drug ingestion.	P	zatrucie kompleksowe pochodnymi amfetaminy i kokaina combined intoxication with amphetamine derivatives and cocaine	przekrwienie narządów wewnętrznych, obrzęk mózgu i płuc congestion of internal organs; cerebral and pulmonary oedema	k. – 0,0 m. – 0,0	amfetamina amphetamine pseudoefedryna pseudoephedrine MDA MDMA PMA PMMA kokaina cocaine benzoilekgonina benzoylecgonine	0,03 1,12 0,05 1,40 1,01 1,30 0,26 0,27

Tabela 1. Cd.
Table 1. Cont.

Lp. No.	Wiek Age Płeć Sex	Informacje o przypadku Information about case	Okoliczności zgonu Circumstances of death	Przyczyna zgonu Cause of death	Obraz sekcyjny Autopsy report	Stężenie alkoholu etylowego Concentration of ethanol [‰]	Ksenobiotyk Xenobiotic	Stężenie we krwi Concentration in blood [mg/l]
27	22 M	Zgon w hotelu. Podejrzanie przyjęcia amfetaminy. The man died in a hotel. Suspicion of amphetamine ingestion.	P	zatrucie kompleksowe amfetaminą i pochodnymi combined intoxication with amphetamine and derivatives	przekrwienie narządów we- wnętrznych, obrzęk mózgu i płuc congestion of internal or- gans; cerebral and pulmo- nary oedema	k. – 0,0 m. – 0,0	amfetamina amphetamine PMA MDA	0,61 0,65 0,51
28	34 M	Podejrzanie zatrucia narko- tykami. Zgon w szpitalu. Suspected drug intoxication. Death in hospital.	N	krwotok domózgowy osoby będącej pod skojarzonym działaniem opiatów, amfetaminy i diazepamu intracerebral haemorrhage following combined ingestion of opiates, amphetamine and diazepam	krwiał w prawej półkuli mó- zgu z przebiegiem do światła komory bocznej, krew w ko- morach mózgowych, prze- krwienie płuc, powiększenie wątroby i śledziony haematoma in the right brain hemisphere perforating into the lateral ventricle; blood in the cerebral ventricles; lung congestion; liver and spleen enlargement	k. – 0,0 m. – 0,0	amfetamina amphetamine morfina morphine kodeina codeine diazepam nordiazepam oksazepam	0,74 0,03 0,01 0,04 0,02 0,05
29	31 M	Znaleziony w miejscu za- mieszkania. Powieszenie. The man was found dead in his flat. Death by hanging.	S	uduszenie gwałtowne przez powieszenie violent asphyxia caused by hanging	bruzda wiślcza, ślady po wkłuciach, przekrwienie na- rządów wewnętrznych ligature mark; injection marks; congestion of internal organs	k. – 0,0 m. – 0,0	amfetamina amphetamine morfina morphine kodeina codeine	0,48 0,15 0,07

Tabela I. Cd.
Table I. Cont.

Lp. No.	Wiek Age Płeć Sex	Informacje o przypadku Information about case	Okoliczności zgonu Circumstances of death	Przyczyna zgonu Cause of death	Obraz sekcyjny Autopsy report	Stężenie alkoholu etylowego Concentration of ethanol [%]	Ksenobiotyk Xenobiotic	Stężenie we krwi Concentration in blood [mg/l]
30	17 M	Upadek z wysokości (XI piętro bloku) Fall from a height (11 th storey of an apartment building)	P	obrażenia wielonarządowe multi-organ injury	liczne złamania kości, pęknięcie serca i wątroby, stłuczenie płuc, krew w jamie otrzewnej multiple bone fractures; rupture of the heart and liver; lung contusion; haemorrhage into the peritoneal cavity	k. – 0,0 m. – 0,0	amfetamina amphetamine MDMA MDA Δ ⁹ -THC THC-COOH 11-OH-THC	1,75 2,22 0,20 0,008 0,104 0,013
31	20 M	Leczony psychiatrycznie. Wyskoczył z XI piętra bloku. Received psychiatric treatment. Fell to his death from the 11 th storey of an apartment building.	P	obrażenia wielonarządowe multi-organ injury	liczne złamania kości, pęknięcie prawego płuca, śledziony, wątroby, prawej nerki, krew w jamie otrzewnej, stłuczenie mózgu multiple bone fractures; rupture of the right lung, spleen, liver and right kidney; haemorrhage into the peritoneal cavity; contusion of the brain	k. – 0,0 m. – 0,0	amfetamina amphetamine	0,02
32	24 M	Wypadł z balkonu mieszkania mieszczącego się na V piętrze. Przewieziony do szpitala, gdzie zmarł. The man fell from the balcony of a flat on the fifth storey. He was taken to hospital, where he died.	P	obrażenia wielonarządowe multi-organ injury	liczne złamania kości, liczne podbiegnięcia krwawe, przekrwienie i obrzęk mózgu i płuc, pęknięcie miąższu wątroby i nerki, krwotok do jamy otrzewnej multiple bone fractures; multiple ecchymoses; congestion and oedema of the brain and lungs; rupture of the liver and kidney parenchyma; haemorrhage into the peritoneal cavity	k. – 0,5 g. – 0,2	amfetamina amphetamine	0,70

Tabela 1. Cd.
Table 1. Cont.

Lp. No.	Wiek Age Płeć Sex	Informacje o przypadku Information about case	Okoliczności zgonu Circumstances of death	Przyczyna zgonu Cause of death	Obraz sekcyjny Autopsy report	Stężenie alkoholu etylowego Concentration of ethanol [‰]	Ksenobiotyk Xenobiotic	Stężenie we krwi Concentration in blood [mg/l]
33	36 M	Znaleziony martwy na trawniku. W odzieży znaleziono amfetaminę w postaci białego proszku. The man was found dead lying on a lawn. Amphetamine in the form of white powder was found on his clothes.	N	zatrucie kompleksowe amfetaminą i pochodnymi combined intoxication with amphetamine and derivatives	ślady po wktuciach, obrzęk płuc, przekrwienie narządów wewnętrznych injection marks; pulmonary oedema; congestion of internal organs	k. – 0,0 m. – 0,0	amfetamina amphetamine pseudo- efedryna pseudo- ephedrine 4-MEC diazepam nordiazepam 7-aminoklo- nazepam 7-aminoclo- nazepam	0,23 0,06 1,27 0,07 0,07 0,45
34	21 M	Pieszak potrącony przez samochód ciężarowy. Przewieziony do szpitala, gdzie zmarł. The man, a pedestrian, was hit by a truck. He was taken to hospital, where he died.	P	obrażenia wielonarządowe multi-organ injury	liczne złamania kości, krwiak podpańczynówkowy, liczne krwotoki do jam ciała, rozzerwanie mięszu wątroby i płuc multiple bone fractures; subarachnoid haematoma; multiple haemorrhages into body cavities; rupture of the liver and lung parenchyma	k. – 0,0	amfetamina amphetamine	0,57
35	33 M	Pasażer samochodu osobowego, uczestniczącego w wypadku drogowym. Zgon na miejscu zdarzenia. The man was a passenger in a car involved in a traffic accident. He died on the scene.	P	obrażenia wielonarządowe multi-organ injury	złamanie żeber po obu stronach, przerwanie ciągłości aorty, stłuczenie prawego płuca, pęknięcie wątroby i śledziony, krew w jamach ciała bilateral rib fracture; aortic interruption; contusion of the right lung; rupture of the liver and spleen; blood in body cavities	k. – 1,4 m. – 2,0	amfetamina amphetamine	0,11

Tabela I. Cd.
Table I. Cont.

Lp. No.	Wiek Age Płeć Sex	Informacje o przypadku Information about case	Okoliczności zgonu Circumstances of death	Przyczyna zgonu Cause of death	Obraz sekcyjny Autopsy report	Stężenie alkoholu etylowego Concentration of ethanol [%]	Ksenobiotyk Xenobiotic	Stężenie we krwi Concentration in blood [mg/l]
36	33 K	Kierująca samochodem osobowym. Zjechała na przeciwny pas ruchu, doprowadzając do czołowego zderzenia z samochodem jadącym z naprzeciwka. Zgon w karetce. W torbie ujawniono biały proszek (amfetamina). While driving a car, the woman veered into the opposite lane and crashed head-on into a car coming from the opposite direction. She died in the ambulance. White powder (amphetamine) was found in her purse.	P	obrażenia wielonarządowe multi-organ injury	liczne złamania kości, krew w komorach mózgowych, pęknięcie aorty, pęknięcie wątroby, krew w jamach opłucnej multiple bone fractures; blood in the cerebral ventricles; rupture of the aorta; rupture of the liver; blood in the pleural cavities	k. – 0,0 g. – 0,0	amfetamina amphetamine diazepam	0,14 0,09
37	18 M	Znaleziony w zalewie w Przylasku Rusieckim. The man's body was found in a lake in Przylasek Rusiecki.	N	uduszenie gwałtowne przez utonięcie violent asphyxia caused by drowning	przekrwienie narządów wewnętrznych, rozdęcie i obrzęk płuc, obecność pienistej treści w drogach oddechowych, krew w worku osierdziowym congestion of internal organs; hyperinflation and oedema of the lungs; foamy content in the airways; blood in the pericardial sac	k. – 0,9 m. – 1,2	amfetamina amphetamine	0,02

Tabela I. Cd.
Table I. Cont.

Lp. No.	Wiek Age Płeć Sex	Informacje o przypadku Information about case	Okoliczności zgonu Circumstances of death	Przyczyna zgonu Cause of death	Obraz sekcyjny Autopsy report	Stężenie alkoholu etylowego Concentration of ethanol [‰]	Ksenobiotyk Xenobiotic	Stężenie we krwi Concentration in blood [mg/l]
38	20 M	Kierując samochodem osobowym doprowadził do wypadku komunikacyjnego (dachowanie pojazdu). Zgon na miejscu zdarzenia. While driving a car, the man caused a traffic accident (rollover). He died on the scene.	P	obrażenia wielonarządowe multi-organ injury	liczne złamania kości, stłuczenie mózgu, pęknięcie mięśnia lewego płuca, stłuczenie płuc, krwotok do jam opłucnej, pęknięcie wątroby multiple bone fractures; contusion of the brain; rupture of the left lung parenchyma; contusion of the lungs; haemorrhage into the pleural cavities; rupture of the liver	k. – 0,0 m. – 0,0	amfetamina amphetamine	0,62
39	24 M	Stan po nagłym zatrzymaniu krążenia, gorączka, niewydolność nerek. Przyjęty na SOR, gdzie zmarł. Sudden circulatory arrest; fever; kidney failure. The man was admitted to the emergency department, where he died.	N	zatrucie PMA i amfetaminą intoxication with PMA and amphetamine	obrzęk płuc i mózgu, przekrwienie narządów wewnętrznych, wybroczyny podnastęrkowe i podwielodżiowe pulmonary and cerebral oedema; congestion of internal organs; blood extravasations in the subepicardial and subendocardial areas	k. – 0,0 m. – 0,0	amfetamina amphetamine PMA midazolam paracetamol	0,15 0,47 0,07 4,74
40	27 K	Zwłoki znaleziono w mieszkaniu zmarłej. The woman's body was found in her flat.	N	zatrucie PMA intoxication with PMA	obrzęk płuc, przekrwienie narządów wewnętrznych, wylewy krwawe w mięśniach serca i płucach pulmonary oedema; congestion of internal organs; blood extravasations in the myocardium and in the lungs	k. – 0,0 m. – 0,0 g. – 0,0	amfetamina amphetamine PMA	0,15 1,46

Tabela I. Cd.
Table I. Cont.

Lp. No.	Wiek Age Płeć Sex	Informacje o przypadku Information about case	Okoliczności zgonu Circumstances of death	Przyczyna zgonu Cause of death	Obraz sekcyjny Autopsy report	Stężenie alkoholu etylowego Concentration of ethanol [%]	Ksenobiotyk Xenobiotic	Stężenie we krwi Concentration in blood [mg/l]
41	30 M	Zgon podczas prac budowlanych. W ubraniu zmarłego znaleziono biały proszek (amfetamina). The man died during building works. White powder (amphetamine) was found in his clothes.	P	zatrucie amfetaminą intoxication with amphetamine	liczne otarcia naskórka powłok ciała, podbiegnięcie krwawe powłok głowy, obrzęk płuc, wybroczyny krwawe podnasierdziowe, przekrwienie narządów wewnętrznych multiple abrasions of the epidermis on the body surface; ecchymosis affecting the head surface, pulmonary oedema; blood extravasations in the subepicardial area; congestion of internal organs	k. – 0,0 m. – 0,0	amfetamina amphetamine	0,94

M – mężczyzna; K – kobieta; P – przypadek; S – samobójstwo; Z – zabójstwo; N – nieznane; k. – krew; m. – mocz; g. – płyn z gałki ocznej
M – male; K – female; P – accident; S – suicide; Z – homicide; N – unknown; k. – blood; m. – urine; g. – vitreous

W analizowanej grupie badawczej dominowali mężczyźni – 35 przypadków, kobiety – 6 przypadków. Średnia wieku wyniosła 25 lat (17–39 lat). W czterech analizowanych przypadkach w ubraniu ujawniono obecność amfetaminy w postaci proszku. U jednego zmarłego w żołądku znaleziono woreczek foliowy zawierający amfetaminę. We wszystkich przypadkach wykazano obecność amfetaminy we krwi, a jej stężenie wahało się w bardzo szerokich granicach (0,01–17,70 mg/l). Jednakże tylko w dwóch przypadkach za przyczynę zgonu uznano zatrucie bezpośrednio amfetaminą (tab. I, przypadki 6. i 41.). W większości przypadków odnotowano zatrucie więcej niż jedną substancją psychoaktywną. W sześciu przypadkach oprócz amfetaminy ujawniono obecność MDMA (0,02–5,60 mg/l), MDA (0,02–18,88 mg/l) oraz PMA (0,47–27,18 mg/l), w trzech pseudofedrynę (0,06–1,12 mg/l), w jednym methAMF (0,03 mg/l) oraz PMMA (1,30 mg/l). Ponadto w pięciu przypadkach wykazano obecność kannabinoidów oraz benzodiazepin, w trzech opiatów, w dwóch kokainę oraz w pojedynczych przypadkach: sulpiryd, karbamazepinę, 4-MEC i paracetamol. Co więcej, w dwunastu przypadkach oprócz amfetaminy otrzymano wynik pozytywny dla alkoholu etylowego, który dla krwi mieścił się w przedziale 0,3–2,9‰. Tylko w jednym z powyższych przypadków za przyczynę zgonu przyjęto zatrucie alkoholem etylowym (tab. I, przypadek 9.).

Amfetamina stanowiła również pośrednią przyczynę zgonów w przypadkach zakończonych: upadkiem z wysokości (8/41), wypadkiem komunikacyjnym (7/41), raną kłutą lub ciętą (4/41), utonięciem (2/41), uduszeniem (1/41) i bójką uliczną (1/41). Na podstawie informacji dotyczących okoliczności zgonu ustalono, iż w analizowanej grupie dominowały zgony przypadkowe (19/41). Odnotowano również nieliczne przypadki samobójstwa (3/41) i zabójstwa (3/41). W pozostałych przypadkach (16/41) brak informacji odnośnie do ostatecznych ustaleń prokuratorskich dotyczących okoliczności zgonu uniemożliwił ich kwalifikację.

Dyskusja

Amfetamina jest aminą sympatykomimetyczną, której stymulujące działanie na ośrodkowy układ nerwowy (OUN) polega na uwalnianiu amin katecholowych, takich jak dopamina i noradrenalina [1, 7, 13]. Amfetamina powoduje silne pobudzenie

was 25 years (ranging from 17 to 39 years). In four analyzed cases, amphetamine powder was identified in the clothes of the deceased. In one case, a plastic bag containing amphetamine was found in the deceased's stomach. Amphetamine was detected in the blood of all persons studied, and the concentration of the substance varied over a very wide range (0.01–17.70 mg/l). Nevertheless, amphetamine poisoning was named as the direct cause of death in only two cases (Table I, cases: 6, 41). The majority of fatalities resulted from the intoxication with more than one psychoactive substance. In six cases, in addition to amphetamine, tests identified the presence of MDMA (0.02–5.60 mg/l), MDA (0.02–18.88 mg/l) and PMA (0.47–27.18 mg/l), in three cases – pseudoephedrine (0.06–1.12 mg/l), and in one case – methAMF (0.03 mg/l) and PMMA (1.30 mg/l). Furthermore, the presence of cannabinoids and benzodiazepines was demonstrated in five cases, opiates – in three cases, cocaine – in two cases, and sulpiride, carbamazepine, 4-MEC and paracetamol – in isolated cases. What is more, in 12 cases the tests were positive not only for amphetamine but also for ethyl alcohol which was found in the blood at concentrations ranging from 0.3 to 2.9‰. However, only in one of the cases referred to above alcohol intoxication was recognized as the cause of death (Table I, case: 9).

Amphetamine was also involved as an indirect cause of death in cases culminating in a fall from a height (8/41), traffic accident (7/41), punctured/incised wound (4/41), drowning (2/41), asphyxiation (1/41) and street fight (1/41). Based on information detailing the circumstances of death, it was established that the analyzed group was dominated by accidental deaths (19/41). There were also a few cases of suicide (3/41) and homicide (3/41). In the remaining cases (16/41), no information was available about the final circumstances of death as determined by the prosecution, which made it impossible to classify them.

Discussion

Amphetamine is a sympathomimetic amine which stimulates the central nervous system (CNS) through releasing catecholic amines including dopamine and noradrenaline [1, 7, 13]. Amphetamine induces a state of powerful psychomotor excitation

psychoruchowe poprzez przyspieszenie akcji serca i oddechu oraz podwyższenie ciśnienia tętniczego. Ponadto wywołuje poczucie pewności siebie, przypływu energii, poprawy koncentracji i percepcji otoczenia. Jednakże z czasem, gdy zasoby amin katecholowych ulegają znacznemu obniżeniu, układy neuroprzekąźnikowe przestają funkcjonować prawidłowo, co często objawia się jako tzw. *crash* [14]. Następuje fizyczne i psychiczne wyczerpanie organizmu, bezsenność, niepokój, drażliwość, urojenia, lęki, a nawet myśli samobójcze. Napady lęku, depresji i dysforii mogą trwać nawet miesiącami.

Ostre zatrucie amfetaminą ma zazwyczaj ciężki przebieg i wymaga hospitalizacji. Do objawów związanych z OUN można zaliczyć: zawroty głowy, drżenie mięśniowe, bezsenność, gorączkę, agresję, lęki, stany paniki, a nawet halucynacje paranoidalne. Objawy zatrucia amfetaminą ze strony układu krążenia są szczególnie niebezpieczne dla zdrowia i życia. Mogą wystąpić: arytmia, bóle wieńcowe, hipertensja czy zapaść krążeniowa [3]. Obserwuje się również nadmierną potliwość, hipertermię, drgawki, bóle głowy, mdłości, biegunkę oraz bolesne skurcze przewodu pokarmowego [15, 16]. W leczeniu ostrego zatrucia amfetaminą stosuje się terapię objawową, stosownie do wskazań (leki przeciwdrgawkowe, uspokajające, obniżające ciśnienie) [17]. W celu przyspieszenia eliminacji amfetaminy z ustroju stosuje się m.in. chlorek amonu powodujący zakwaszenie moczu [16]. Jest to podyktowane skróceniem okresu biologicznego półtrwania amfetaminy wraz z obniżeniem pH moczu [1, 17].

Zatruciu amfetaminą ze skutkiem śmiertelnym najczęściej towarzyszą drgawki oraz śpiączka [15, 16]. W obrazie sekcyjnym obserwuje się krwawe wybroczyny w tkance mózgowej oraz silne przekrwienie narządów wewnętrznych [16, 18]. W wyniku niewydolności krążeniowej, spowodowanej nadużywaniem amfetaminy, często obserwuje się obrzęk płuc. Powyższe zostało w znacznym stopniu potwierdzone wynikami pośmiertnych badań sekcyjnych i mikroskopowych analizowanych przypadków (tab. I). Na uwagę zasługują dwa z nich (tab. I, przypadki 19. i 28.), w których przyczyną zgonu okazał się krwotok śródmózgowy jako skutek działania amfetaminy. W jednym przypadku (tab. I, przypadek 19.) doszło do obrzęku i malacji mózgu z krwiakiem mózdzku oraz krwiakiem śródmózgowym, wraz z krwotokiem do komór mózgu.

by increasing the heart rate and respiration, and elevating arterial blood pressure. Also, the substance creates a sense of confidence, increases energy, improves concentration, and enhances the perception of the environment. However, in the course of time, as the levels of catecholic amines become considerably depleted, the neurotransmitter systems cease to operate normally, which often leads to the so-called “crash” phase [14] manifesting as physical and mental exhaustion, insomnia, restlessness, irritability, delusions, anxiety or even suicidal tendencies. States of anxiety, depression and dysphoria may even persist for months.

Acute amphetamine poisoning usually runs a severe course and requires hospitalization. CNS-associated symptoms may include vertigo, muscle tremor, insomnia, fever, aggression, anxiety, panic attacks or even paranoid hallucinations. Circulatory effects of amphetamine poisoning are particularly dangerous to health and life. Possible symptoms include arrhythmia, coronary pain, hypertension or circulatory collapse [3]. Other observed symptoms are: excessive perspiration, hyperthermia, convulsions, headaches, nausea, diarrhoea and painful gastrointestinal cramps [15, 16]. Acute amphetamine poisoning is treated symptomatically (with anticonvulsants, sedatives, anti-hypertensive drugs) depending on specific indications [17]. Also, ammonium chloride – a urine-acidifying agent – can be used to accelerate the process of amphetamine elimination from the body [16]. The process is an effect of reduction of amphetamine’s half-life occurring as a result of lower urine pH [1, 17].

Fatal amphetamine poisoning is usually accompanied by convulsions and coma [15, 16]. Post-mortem findings include petechial hemorrhage in the brain tissue and severe congestion of internal organs [16, 18]. Circulatory failure caused by amphetamine abuse often involves pulmonary oedema. The above finding has been verified to a considerable extent in post-mortem examinations and microscopic tests performed in the cases under analysis (Table I). Particularly noteworthy are two cases (Table I, cases: 19, 28) in which the cause of death was intracerebral haemorrhage resulting from amphetamine use. In one of the cases (Table I, case: 19), the person developed cerebral oedema and encephalomalacia with a cerebellar haematoma and intracerebral haemorrhage.

Szacuje się, że u okazjonalnych biorców toksyczne działanie amfetaminy może wystąpić już przy stężeniach w osoczu 0,2–0,3 mg/l, a efekt toksyczny ze skutkiem śmiertelnym dla stężeń powyżej 0,5 mg/l [5]. U uzależnionych biorców wyznaczane stężenie amfetaminy w osoczu może dochodzić do 3,0 mg/l, bez skutku śmiertelnego. Tym samym interpretacja stężenia amfetaminy we krwi w aspekcie orzekania o przyczynie zgonu powinna być w każdym przypadku konfrontowana z informacjami dotyczącymi możliwego uzależnienia. W omawianej grupie przypadków amfetaminę oznaczono we krwi w bardzo szerokim przedziale stężeń (0,01–17,7 mg/l), znacznie przekraczającym górną granicę otrzymaną w pracy Kuli i wsp. [9] dla grupy kierowców (0,02–1,99 mg/l). Powyższa rozbieżność przedziałów stężeń dla amfetaminy tłumaczy jej toksyczny wpływ na organizm człowieka, skutkujący zatruciem ze skutkiem śmiertelnym (tab. I, przypadki: 6., 11., 20., 21. i 23.). Ponadto zarówno w przypadku osób zmarłych, jak i kierowców [9] wykazano obecność we krwi methAMF, MDMA, MDA oraz pseudoefedryny. Z kolei PMA oraz PMMA oznaczono we krwi tylko wśród 41 analizowanych przypadków osób zmarłych (tab. I, przypadki: 23., 24., 26., 27., 39. i 40.). Niebezpieczeństwo związane z zażywaniem PMA oraz PMMA wynika z relatywnie niewielkich dawek uznawanych za toksyczne oraz stosunkowo długiego czasu potrzebnego do wystąpienia pożądanых objawów. W rezultacie często dochodzi do spożycia dodatkowych dawek, co w konsekwencji może doprowadzić do ostrego zatrucia ze skutkiem śmiertelnym [19].

Zachowaniu abstynencji od amfetaminy lub chęci wzmocnienia jej działania niekiedy towarzyszy sięganie po inne używki, m.in. opiaty, benzodiazepiny czy kokainę [7, 14]. Prowadzić to może do zatruc skojarzonych, tłumaczących zgon nawet w przypadkach, gdy stężenie pojedynczej substancji nie stanowiłoby zagrożenia dla zdrowia czy życia zażywającej je osoby (tab. I, przypadki: 18., 25., 27., 28., 33. i 39.) [7].

Wśród analizowanych przypadków najczęściej zatruc skojarzonych spowodowanych było łącznym spożyciem amfetaminy i kannabinoli (5/41) lub amfetaminy i benzodiazepin (5/41). Kannabinoły wykazują działanie przeciwstawne do stymulującego i powodującego hipertermię działania amfetamin, jednakże przewlekłe ich stosowanie może powodować nasilone zaburzenia OUN [20]. Uważa się, że ich regularne

matoma together with a haemorrhage into cerebral ventricles.

It is estimated that occasional users may experience toxic effects of amphetamine at plasma concentrations as low as 0.2–0.3 mg/l, whereas fatal toxicity may occur at concentrations in excess of 0.5 mg/l [5]. In addicted users, however, amphetamine concentrations determined in plasma may reach 3.0 mg/l without a fatal effect. What follows is that the interpretation of amphetamine concentration in the blood in the context of establishing the cause of death should in each case be confronted with information about possible addiction. In the analyzed group of cases, amphetamine levels determined in the blood covered a very broad range of concentrations (0.01–17.7 mg/l) which markedly exceeded the upper limit obtained in [9] for a group of drivers (0.02–1.99 mg/l). The above discrepancy in amphetamine concentration ranges explains the toxic effect of the substance on the human body, resulting in fatal poisoning (Table I, cases: 6, 11, 20, 21, 23). Moreover, blood tests demonstrated the presence of methAMF, MDMA, MDA and pseudoephedrine both in the group of deceased study subjects and drivers [9]. In contrast, PMA and PMMA were only detected in the blood of 41 analyzed cases of deceased persons (Table I, cases: 23, 24, 26, 27, 39, 40). Risks related to PMA and PMMA intake result from the fact that relatively low doses are recognized as toxic, and the time needed to achieve desirable symptoms is quite long. Consequently, users tend to take additional doses, which may potentially lead to fatal cases of acute poisoning [19].

Users trying to abstain from amphetamine use or wanting to enhance the effect of the drug sometimes reach for other stimulants such as opiates, benzodiazepines or cocaine [7, 14]. The practice may lead to combined poisonings which account for death even in cases when the concentration of an individual substance would not in itself pose a risk to the user's life or health (Table I, cases: 18, 25, 27, 28, 33, 39) [7].

Among the cases analyzed, the majority of combined poisonings were caused by a concomitant use of amphetamine and cannabinoids (5/41) or amphetamine and benzodiazepines (5/41). Cannabinols exhibit the opposite effect to the stimulating and hyperthermia-inducing activity of amphetamines, however their prolonged use may cause severe CNS disorders [20]. Their regular intake is thought to be

przyjmowanie może stanowić czynnik sprzyjający rozwojowi i utrzymaniu choroby psychicznej [21]. Co więcej, w pracy Leithäusera i wsp. [22] opisano ciężkie niedokrwienie tętnicze u pacjenta, który regularnie nadużywał amfetaminy oraz kannabinoli, co w konsekwencji mogło się przyczynić do chromania przestankowego oraz owróżdzenia stóp. Z kolei amfetamina może częściowo znosić zaburzenia pamięci oraz sedatywne działanie benzodiazepin [20]. Uważa się, że wywołane przez amfetaminę objawy spowodowane są podwyższoną zawartością dopaminy w przestrzeni synaptycznej, będącej pod kontrolą systemu hamującego GABA, podczas gdy benzodiazepiny są pozytywnymi modulatorami receptora GABA_A. Wydaje się jednak, że zdolność do wpływania na objawy związane z amfetaminą jest różna w zależności od spożytej benzodiazepiny [20].

Analiza materiału badawczego wykazała mniejszą tendencję do jednoczesnego spożywania amfetaminy i opiatów (3/41) lub amfetaminy i kokainy (2/41). Amfetamina wzmacnia przeciwbólowe działanie morfiny oraz innych opiatów, jednakże redukuje ich działanie uspokajające oraz depresyjne na ośrodki oddechowe [20]. Dlatego też przeciwbólowa dawka opiatów u pacjenta przyjmującego amfetaminę może być mniejsza niż u osoby, która jej nie zażywa [23, 24].

Równoczesne stosowanie amfetaminy i kokainy może mieć negatywny wpływ na OUN [20]. Kliniczne znaczenie tych doniesień nie zostało jednak potwierdzone. Odnotowano kilka przypadków, w których wystąpiły działania niepożądane w wyniku nadużywania amfetaminy i kokainy, tj. drgawki, udar niedokrwienno, zaburzenia układu sercowo-naczyniowego. W jednym przypadku wystąpiły nasilone zaburzenia OUN z podwójnym widzeniem, uszkodzeniem śródmózgowia oraz zawałem mięśnia sercowego. Powstałe ognisko zawałowe mogło zostać spowodowane skurczem naczyń krwionośnych w wyniku synergistycznego pobudzenia współczulnego układu nerwowego: amfetamina powoduje uwalnianie adrenaliny i noradrenaliny, a kokaina zapobiega ich wychwytowi zwrotnemu [25]. Ponadto w warunkach *in vitro* kokaina hamuje metabolizm MDMA, jednak znaczenie kliniczne tego zjawiska nie jest znane [26].

W dwunastu przypadkach wykazano we krwi obecność zarówno amfetaminy, jak i alkoholu etylowego. Jednakże tylko w jednym z powyższych przy-

a factor promoting and sustaining mental illness [21]. What is more, the study [22] describes severe arterial ischaemia in a patient regularly abusing amphetamine and cannabinoids, which may have ultimately contributed to intermittent claudication and ulceration of the feet. In turn, amphetamine may partially alleviate memory disorders and the sedative action induced by benzodiazepines [20]. Amphetamine-associated symptoms are believed to be a consequence of an increased amount of dopamine in the synaptic cleft controlled by the GABA inhibition system, whereas benzodiazepines are positive modulators of the GABA_A receptor. It seems, though, that the ability to mediate amphetamine-correlated symptoms differs depending on the ingested benzodiazepine [20].

The analysis of the study material showed a less pronounced tendency for a concomitant use of amphetamine and opiates (3/41) or amphetamine and cocaine (2/41). Amphetamine reinforces the analgesic effect of morphine and other opiates, however reduces their sedative and depressive action on respiratory centres [20]. This is why an analgesic dose of opiates in an amphetamine user can be lower than in a non-user [23, 24].

A concomitant use of amphetamine and cocaine can adversely affect the CNS [20]. The clinical importance of such reports, however, has not been verified. There have been several cases of adverse reactions originating from amphetamine and cocaine abuse – including convulsions, ischaemic stroke and cardiovascular disorders. One person was reported to suffer from severe CNS disorders with double vision, midbrain damage and myocardial infarction. The myocardial focus could have arisen from a contraction of blood vessels originating from a synergistic stimulation of the sympathetic nervous system: amphetamine triggers the release of adrenaline and noradrenaline, and cocaine prevents their reuptake [25]. Furthermore, cocaine is known to inhibit the metabolism of MDMA *in vitro*, however the clinical implications of this phenomenon are unknown [26].

In twelve cases, amphetamine in the blood was accompanied by ethyl alcohol. However, only in one of these cases alcohol intoxication was named as the cause of death (Table I, case: 9). The mechanism which underlies interactions taking place between amphetamine and ethyl alcohol has not been fully elucidated. By stimulating the CNS, amphetamine

padków za przyczynę zgonu przyjęto zatrucie alkoholem etylowym (tab. I, przypadek 9.). Mechanizm interakcji amfetaminy oraz alkoholu etylowego nie został do końca wyjaśniony. Amfetamina poprzez stymulację OUN może w pewnym stopniu zredukować depresyjne działanie alkoholu. Nie wykazano jednak prostej relacji oddziaływania antagonistycznego [20].

Człowiek będący pod wpływem amfetaminy może błędnie oceniać własne umiejętności, co może prowadzić do podejmowania ryzykownych zachowań, w wyniku których może dochodzić do wypadków zakończonych zgonem [8]. W analizowanej grupie badawczej odnotowano osiem przypadków upadku z wysokości, poprzedzonych m.in. chodzeniem po krawędzi dachu (tab. I, przypadek 1.), wychylaniem się z okna lub balkonu (tab. I, przypadki: 3., 4., 16., 30., 31. i 32.) czy wspinaniem się na skały (tab. I, przypadek 14.). Ponadto w siedmiu przypadkach zgon nastąpił w wypadku komunikacyjnym i dotyczył kierowcy (tab. I, przypadki: 2., 36. i 38.), pieszego potrąconego przez samochód (tab. I, przypadki: 8., 15. i 34.) lub pasażera (tab. I, przypadek 35.). Amfetamina wpływa na skłonność do brawurowych zachowań oraz na upośledzenie zdolności psychomotorycznych kierowców, poprzez nieprawidłową ocenę szybkości oraz odległości potrzebnej do skutecznego zatrzymania pojazdu [27]. Kierowca pod wpływem amfetaminy nabiera przesadnego przekonania o własnych umiejętnościach, co skutkuje agresywną i ryzykowną jazdą oraz zwiększa ryzyko wypadku. Oceniono, że amfetamina zwiększa ryzyko spowodowania wypadku z obrażeniami (8-krotnie) oraz wypadku ze skutkiem śmiertelnym (24-krotnie) [28].

Oddziaływanie amfetaminy na sferę psychiczną człowieka może w skrajnych przypadkach skłaniać do brutalnych zachowań, zabójstwa, samookaleczenia czy też samobójstwa. W trzech analizowanych przypadkach odnotowano samobójcze działanie, a zgon był wynikiem upadku z wysokości (tab. I, przypadek 1.), podcięcia żył w wannie (tab. I, przypadek 22.) i powieszenia (tab. I, przypadek 29.). Trzy osoby będące pod wpływem amfetaminy stały się ofiarą zabójstwa, a jako przyczynę zgonu przyjęto ranę kłutą lub ciętą z następczym wykrwawieniem (tab. I, przypadki: 7., 10. i 17.). W dwóch przypadkach przyczyną zgonu było uduszenie gwałtowane przez utonięcie (tab. I, przypadki: 5. i 37.) w bliżej niewyjaśnionych okolicznościach.

can, to a certain extent, reduce the depressive effect induced by alcohol. However, no straightforward antagonistic relationship has been found [20].

A person under the influence of amphetamine may falsely estimate their own skills and engage in risky behaviours potentially leading to fatal accidents [8]. In the study group, there were a total of eight cases of falling from a height preceded, for example, by walking along the edge of the roof (Table I, case: 1), looking out of the window or balcony (Table I, cases: 3, 4, 16, 30, 31, 32) or climbing rocks (Table I, case: 14). Also, seven deaths resulted from a traffic accident and affected the driver (Table I, cases: 2, 36, 38), a pedestrian run over by a car (Table I, cases: 8, 15, 34) or a passenger (Table I, case: 35). Amphetamine increases the tendency for reckless risk-taking and diminishes the psychomotor abilities of drivers through inadequate evaluation of speed and distance required to stop the vehicle effectively [27]. Drivers who are under the influence of amphetamine have an exaggerated sense of their driving skills, which leads to aggressive and risky driving behaviour, and increases the risk of an accident. Amphetamine has been estimated to cause an eight-fold increase in the risk of an accident with injuries and a 24-fold increase of a fatal accident [28].

The effect of amphetamine on human mental capacities can, in extreme cases, trigger violent reactions, homicide, self-harm or suicide. In three analyzed cases, fatal suicidal attempts occurred, with death resulting from a fall from a height (Table I, case: 1), cutting the veins in a bath (Table I, case: 22) and hanging (Table I, case: 29). In another three cases, persons under the influence of amphetamine became victims of homicide. The cause of death was established as a punctured/incised wound followed by exsanguination (Table I, cases: 7, 10, 17). In two cases, the cause of death was violent asphyxia by drowning (Table I, cases: 5, 37) under largely unexplained circumstances.

Conclusions

The analytical procedure for determining the presence of amphetamine and its derivatives in blood by HPLC-ESI-MS-MS following solid phase extraction, which was originally proposed in study [9], was successfully employed for an analysis of 41 fatality cases.

Wnioski

Przedstawiona w pracy Kuli i wsp. [9] analityczna procedura oznaczania amfetaminy i jej pochodnych we krwi metodą HPLC-ESI-MS-MS, po ekstrakcji do fazy stałej, została z powodzeniem zastosowana w grupie 41 analizowanych przypadków osób zmarłych.

Wykazano, że zatrucia amfetaminą w aspekcie bezpośredniej przyczyny zgonu mają charakter sporadyczny. W większości przypadków dochodzi do zatruc skojarzonych po przyjęciu różnych substancji psychoaktywnych. Wynikać to może z chęci eksperymentowania przez ludzi młodych, w celu uzyskania dodatkowych, silniejszych wrażeń. Wyniki przeprowadzonych badań mogą wskazywać również na trendy w zażywaniu substancji psychoaktywnych o profilu amfetamino-kannabinolowym (tab. I, przypadki: 1., 13., 22., 24. i 30.), amfetamino-benzodiazepinowym (tab. I, przypadki: 7., 33., 36. i 39.), amfetamino-kokainowym (tab. I, przypadki: 11. i 26.), amfetamino-opioidowym (tab. I, przypadki 18. i 29.) oraz amfetamino-opioidowo-benzodiazepinowym (tab. I, przypadek 28.).

Osoba będąca pod wpływem amfetaminy staje się bardziej skłonna do ryzykownych zachowań, w konsekwencji których może dochodzić do zgonów przypadkowych. Amfetamina może wówczas stanowić pośrednią przyczynę śmierci. Wśród zgonów gwałtownych, które mają charakter przypadkowy, dominują zgony w wyniku obrażeń wielonarządowych (upadek z wysokości, wypadek komunikacyjny). Wykazano nieznaczłą skłonność osób będących pod wpływem amfetaminy do popełniania samobójstwa (3/41).

W prezentowanej pracy średnia wieku użytkowników amfetaminy wyniosła zaledwie 25 lat, co skupia uwagę na społecznych problemach dotyczących ludzi młodych, uzależnionych od amfetaminy. Analiza zgromadzonego materiału badawczego pozwala sięgnąć do mechanizmów działań i uwypatnić elementy profilu zażywania amfetaminy w aspekcie orzekania o bezpośredniej lub pośredniej przyczynie zgonu. Kompleksowe studium w omawianym zakresie pozwala na poszerzenie bazy danych kazuistycznych stanowiących podwaliny opiniowania sądowo-lekarskiego.

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów.

The study has demonstrated that cases of amphetamine poisoning being an immediate cause of death are quite infrequent. The majority of fatal cases can be attributed to combined poisoning resulting from the use of various psychoactive substances. The trend can be explained by young people's tendency to experiment in order to achieve additional more powerful sensations. Study results may also suggest trends for the consumption of psychoactive substances in the following combinations: amphetamine-cannabinols (Table I, cases: 1, 13, 22, 24, 30), amphetamine-benzodiazepines (Table I, cases: 7, 33, 36, 39), amphetamine-cocaine (Table I, cases: 11, 26), amphetamine-opioids (Table I, cases: 18, 29) and amphetamine-opioids-benzodiazepines (Table I, case: 28).

A person under the influence of amphetamine becomes more prone to engage in risky behaviours which may lead to accidental deaths. In such cases, amphetamine can be an indirect cause of death. Violent accidental deaths are dominated by deaths from multiorgan failure (falls from a height, traffic accidents). Amphetamine has also been demonstrated as a factor slightly increasing the tendency for committing suicide (3/41).

The mean age of amphetamine users included in the present study was barely 25 years, which brings into focus social problems relating to young amphetamine addicts. The analysis of the study material made it possible to explore the mechanisms of action and highlight those elements of the profile of amphetamine use which are related to the assessment of direct or indirect cause of death. A complex study of the aspects addressed above contributes to an expansion of the database of case studies which forms the foundation for medico-legal opinions.

The authors declare no conflict of interest.

Piśmiennictwo References

1. Baselt RC. Disposition of Toxic Drugs and Chemicals in Man. Fifth Edition, Chemical Toxicology Institute, Foster City, California 2000.
2. Fitzgerald KT, Bronstein AC. Adderall[®] (Amphetamine-Dextroamphetamine) Toxicity. Topics in Companion Medicine 2013; 28: 2-7.
3. Starcevic B, Sica M. Dual intoxication with diazepam and amphetamine: This drug interaction probably potentiates myocardial ischemia. Med Hypotheses 2007; 69: 377-380.
4. <http://www.emcdda.europa.eu/edr2013> – Sprawozdanie Roczne 2013 dotyczące stanu problemu narkotykowego w Europie, sporządzone przez Europejskie Centrum Monitorowania Narkotyków i Narkomanii (EMCDDA), strona internetowa przeglądana dnia 30 stycznia 2014 roku.
5. Moffat AC, Osselton MD, Widdop B. Clarke's Analysis of Drugs and Poisons. Fourth edition. Pharmaceutical Press, London 2011.
6. Jacobs W. Fatal amphetamine-associated cardiotoxicity and its medicolegal implications. Am J Forensic Med Pathol 2006; 27: 156-160.
7. Kłys M, Bystrowska B, Bujak-Giżycka B, Konopka T, Rojek S. Amfetamina i pochodne w opiniowaniu sądowo-lekarskim przypadków śmiertelnych. Przegl Lek 2003; 60: 239-244.
8. Lora-Tamayo C, Tena T, Roriquiez A. Amphetamine derivative related deaths. Forensic Sci Int 1997; 85: 149-157.
9. Kula K, Rojek S, Maciów-Głąb M, Kłys M. Amfetamina w opiniowaniu sądowo-lekarskim kierowców. Probl Forensic Sci 2014 [w druku].
10. Rojek S, Kłys M. Analysis of 9-THC and its metabolites: 11-OH-9-THC and THC-COOH in blood by gas chromatography coupled to tandem mass spectrometry (GC-MS-MS) and its application to medico-legal investigations. Probl Forensic Sci 2007; 70: 173-186.
11. Kłys M, Rojek S. Four nonfatal and six fatal cases of opiate use: utility of morphine, its metabolites, and their ratios in blood specimens. Forensic Toxicol 2008; 26: 87-90.
12. Kłys M, Rojek S, Kowalski P, Rzepecka-Woźniak E. Death of a female addict due to heroin and cocaine overdoses: a case report with multiparameter evaluation. Forensic Toxicol 2008; 26: 36-40.
13. Neiman J, Haapaniemi HM, Hillbom M. Neurological complication of drug abuse: pathophysiological mechanisms. Eur J Neurol 2000; 7: 595-606.
14. Korpetta E, Szmerdt-Sisicka E. Narkotyki w Polsce. Mity i rzeczywistość. Prószyński i S-ka, Warszawa 2000.
15. Bijak M, Lasoń W. Neuropsychofarmakologia. Dziś i jutro. Instytut Farmakologii PAN, Kraków 2000.
16. Hardman JG, Limbird LE. Goodman & Gilman's the pharmacological basis of therapeutics. McGraw-Hill, New York, Montreal 1996.
17. Pach J, Sein Anand J. Zarys toksykologii klinicznej dla pielęgniarek i ratowników medycznych. Wydawnictwo Naukowe Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Nowym Sączu, Nowy Sącz 2013.
18. Kostowski W. Farmakologia. Podstawy farmakoterapii. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1998.
19. Ptaszyńska-Sarosiek I, Wardaszk Z, Sackiewicz A, Okłota M, Niemcunowicz-Janica A. Przypadki śmiertelnych zatruc p-metoksamfetaminą (PMA) w materiale Zakładu Medycyny Sądowej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku. Arch Med Sąd 2009; LIX: 190-193.
20. Baxter K. Stockley's Drug Interactions. 9th edition. Pharmaceutical Press, London 2010.
21. Sala M, Braida D. Endocannabinoids and 3,4-methylenedioxymethamphetamine (MDMA) interaction. Pharmacol Biochem Behav 2005; 81: 407-416.
22. Leithäuser B, Langheinrich AC, Rau WS, Tillmanns H, Matthias FR. A 22-year-old woman with lower limb arteriopathy. Buerger's disease, or methamphetamine – or cannabis – induced arteritis? Heart Vessels 2005; 20: 39-43.
23. Adderall XR. Mixed salts of amphetamine and dextroamphetamine. Shire US Inc. US Prescribing information, March 2009.
24. Dexedrine (Dextroamphetamine sulfate). GlaxoSmithKline. US Prescribing information, July 2008.
25. Strupp M, Hamann GF, Brandt T. Combined amphetamine and cocaine abuse caused mesencephalic ischemia in a 16-year-old boy – due to vasospasm? Eur Neurol 2000; 43: 181-182.
26. Ramamoorthy Y, Yu A, Suh N, Haining RL, Tyndale RF, Sellers EM. Reduced (\pm)-3,4-methylenedioxymethamphetamine ("Ecstasy") metabolism with cytochrome P450 2D6 inhibitors and pharmacogenetic variants in vitro. Biochem Pharmacol 2002; 63: 2111-2119.
27. Hjalmdahl M, Vadeby A, Forsman A, Fors C, Ceder G, Woxler P, Kronstrand R. Effects of d-amphetamine on simulated driving performance before and after sleep deprivation. Psychopharmacology 2012; 222: 401-411.
28. www.druid-project.eu – oficjalna strona projektu DRUID, przeglądana dnia 30 stycznia 2013 roku.



Adres do korespondencji

Karol Kula
Katedra i Zakład Medycyny Sądowej UJ CM
ul. Grzegorzewska 16
31-531 Kraków
e-mail: karol.kula@uj.edu.pl

Address for correspondence

Karol Kula
Chair and Department of Forensic Medicine
Jagiellonian University Medical College
Grzegorzewska 16
31-531 Krakow, Poland
e-mail: karol.kula@uj.edu.pl